



**Universidade Estadual de Campinas**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**  
Departamento de Odontologia Infantil.  
Área de Ortodontia



**STENYO WANDERLEY TAVARES**  
Cirurgião Dentista

**ESTUDO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO  
CISALHAMENTO DE BRÁQUETES RECICLADOS E  
NOVOS**

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas, para a  
obtenção do título de Mestre em  
Ortodontia

Piracicaba  
2002

**UNICAMP**  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

i  
UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL




**Universidade Estadual de Campinas**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**  
Departamento de Odontologia Infantil.  
Área de Ortodontia



**STENYO WANDERLEY TAVARES**  
Cirurgião Dentista

**ESTUDO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO  
CISALHAMENTO DE BRÁQUETES RECICLADOS E  
NOVOS**

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CPG-036/03  
CPG. 05/09/02

  
Assinatura do Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Mestre em Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

Piracicaba  
2002

UNIDADE Be  
Nº CHAMADA T/UNICAMP  
T197e  
V \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_  
TOMBO BC/ 51136  
PROC 16.837/02  
C \_\_\_\_\_ DX \_\_\_\_\_  
PREÇO R\$ 11,00  
DATA 01/10/02  
Nº CPD \_\_\_\_\_

CMO0174642-1

81B1D 260337

### Ficha Catalográfica

T197e      Tavares, Stenyo Wanderley.  
Estudo *in vitro* da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos. / Stenyo Wanderley Tavares. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2002.  
ix, 62f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Reciclagem. 2. Óxido de alumínio. 3. Carboneto de silício. I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 11 de Julho de 2002, considerou o candidato STENYO WANDERLEY TAVARES aprovado.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

2. Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARANHA NOUER

3. Prof. Dr. DARCY FLAVIO NOUER

0079/10008

## *Dedico este trabalho*

Aos meus pais Assis Tavares e  
Socorro Cruz, pelo infinito amor  
e exemplos de luta, dedicação e  
carinho pelos filhos.

Ao meu irmão Assis  
Tavares Jr. e cunhada  
Lilian, pela ajuda e  
incentivo que me deram  
para seguir este caminho

A minha namorada Paula, pela paciência  
e compreensão em virtude dos momentos  
ausentes.

## ***AGRADECIMENTO ESPECIAL***

Ao **Professor Doutor Simonides Consani**, Titular do Departamento de Odontologia Restauradora – Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela dedicação, amizade e orientação precisa no transcorrer deste trabalho.

## *AGRADECIMENTOS*

À Deus, por tudo.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do ilustríssimo diretor **Prof. Dr. Antônio de Wilson Sallum**.  
Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba

À FAPESP, por ter acreditado e financiado este trabalho.

Ao **Dr. Darcy Flávio Nouer**, Professor Titular da Área de Ortodontia, do Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela competência e colaboração durante o programa de Pós-Graduação.

A **Dra. Maria Beatriz Borges de Araújo Magnani**, Professora Assistente da Área de Ortodontia do Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela amizade e orientação durante o transcorrer do programa.

A **Dra. Maria Helena Almeida**, ex-professora da Área de Ortodontia, do Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela amizade e ensinamentos.

Ao **Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoretí**, Professor Associado da Área Materiais Dentários do Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela elaboração da análise estatística.

Ao **Prof. Dr. João sarmento Pereira Neto e Roberto leitão**, cujas amizades e auxílios prestados foram de grande ajuda para realização deste trabalho.

Aos alunos do Mestrado, **Adriana Lucato, Êmerson Sallum, Fernando Gonçalves, Mayury Kuramae e Sílvia Vedovello**, que com amizade e respeito sempre nos estenderam a mão hábil e palavras de incentivo.

Aos amigos **Renato Alves, Dimitri de Araújo e Bruno Ferreira**, cujo convívio se tornou fonte aprendizado e companheirismo.

Aos alunos do Doutorado, **Carlos Alberto Tubel, Heloísa Valdrighi, Haroldo Almeida e Paulo Tukasan** pelo companheirismo e alegria proporcionados.

Aos funcionários **Lígia Valdrighi, Érica e Marcos**, pela atenção e simpatia prestados na confecção deste trabalho.



# *SUMÁRIO*

RESUMO	01
ABSTRACT	03
1 - INTRODUÇÃO	04
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
3 - PROPOSIÇÃO	28
4 - MATERIAIS E MÉTODO	29
4.1 – Materiais	29
4.2 – Método	30
4.2.1 – Limpeza e armazenagem dos dentes	30
4.2.2 – Preparo dos corpos-de-prova	30
4.2.3 – Condicionamento ácido do esmalte	31
4.2.4 – Colagem dos bráquetes	32
4.2.5 – Grupos experimentais	33
4.2.6 – Remoção dos bráquetes e limpeza do esmalte	33
4.2.7 – Reciclagem dos bráquetes removidos	34
4.2.8 – Recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos	36
4.2.9 – Ensaio de resistência ao cisalhamento	36
4.3 – Tratamento estatístico	37
5 – RESULTADOS	38
5.1 – Tabelas e gráficos	38
5.2 – Fotomicrografias em MEV	41
6 - DISCUSSÃO	46
7 – CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE	56

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados, por meio de métodos que envolvem o jateamento com óxido de alumínio, o desgaste com ponta abrasiva de carboneto de silício e por empresa especializada. Foram utilizados 50 pré-molares humanos, extraídos com finalidade ortodôntica, nos quais foi feita a colagem de bráquetes (Dental Morelli S2C-03Z) com resina composta quimicamente ativada (Concise Ortodôntico). Os dentes foram separados em 5 grupos de 10 unidades. No grupo I (controle), os bráquetes foram colados de acordo com a técnica de rotina, após condicionamento ácido do esmalte. Nos grupos II, III e IV os bráquetes foram recolados após reciclagem, respectivamente por jateamento de óxido de alumínio (90 micrometros), desgaste com ponta abrasiva de carboneto de silício e reciclagem especializada (Abzil-Lancer). No grupo V, bráquetes novos foram colados sobre esmalte, onde anteriormente existia bráquete fixado. Os testes de cisalhamento foram efetuados numa máquina Instron, com velocidade de 0,5 mm/minuto e os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5 %). A média de resistência ao cisalhamento do grupo controle foi de 0,52 kgf/mm<sup>2</sup>; nos bráquetes reciclados através do jateamento de óxido de alumínio (90 micrometros) foi de 0,34 kgf/mm<sup>2</sup>; nos bráquetes reciclados através da empresa especializada foi de 0,28 kgf/mm<sup>2</sup>; nos bráquetes reciclados através da pedra de carboneto de silício foi de 0,14 kgf/mm<sup>2</sup>; nos bráquetes novos colados foi de 0,43 kgf/mm<sup>2</sup>. Concluiu-se que: 1) não houve diferença estatística significativa entre bráquetes reciclados através do óxido de alumínio e bráquetes novos colados sobre esmalte, onde anteriormente mantinha bráquete fixado; 2) A resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados com pedra

abrasiva de carboneto de silício foi estatisticamente menor quando comparado aos bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio; 3) Bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio mostraram resistência ao cisalhamento com similaridade estatística, aos bráquetes reciclados por empresa especializada; 4) Bráquetes reciclados por empresa especializada apresentaram menores valores de resistência ao cisalhamento, com diferença estatística significativa quando comparados aos bráquetes do grupo controle.

Palavras Chaves: Reciclagem; Óxido de alumínio; Carboneto de silício

## *ABSTRACT*

The aim of this research was to evaluate recycled brackets strength shear through methods which involves aluminium oxide blaster, silicon carbonate abrasive point grinding and specialized enterprise. It was used 50 human bicuspid, whom it was accomplished brackets bondings with composite resin chemically activated. Teeth were separated in 5 groups of 10 tooth. In group I (Control), brackets after enamel acid conditioning. In Groups II, III and IV brackets were rebonded after recycling, respectively, by aluminium oxide blaster, silicon carbonate abrasive point grinding and specialized recycle. In Group V, new brackets were fixed. Shear tests were consummated in the Instron machine, with 0,5 mm/minute speed and results were submitted to analysis of variance and Tukey test (5%). The mean of strength shear of control group was of 0.52 kgf/mm<sup>2</sup>; in recycled brackets by aluminium oxide blaster it was of 0.34 kgf/mm<sup>2</sup>; in recycled brackets by specialized company it was of 0.28 kgf/mm<sup>2</sup>; in recycled brackets by silicon carbonate abrasive point it was of 0.14 kgf/mm<sup>2</sup>; in new brackets bonded it was of 0.43 kgf/mm<sup>2</sup>. The author concluded that : 1) there was not significant statistical difference between recycled brackets by aluminium oxide and new brackets bonded on the enamel, where previously it had a brackets fixed; 2) The brackets recycled strength shear with silicon carbonate point is lower statistical when compared to blaster aluminum oxide recycled brackets; 3) blaster aluminum oxide recycled brackets showed strength shear with statistical similarity to specialized company recycled brackets; 4) specialized company recycled brackets showed lower values strength shear with statistical difference when compared group control brackets.

Key-Words: Recycled; Aluminum oxide; Silicon carbonate

## *1. INTRODUÇÃO*

Na área ortodôntica, como em outros campos da Odontologia, a tendência é simplificar os procedimentos técnicos para alcançar os objetivos finais, com redução do tempo de trabalho e dos custos operacionais.

Até no começo da década de setenta, o tratamento ortodôntico fixo era realizado com bandas de aço inoxidável cimentadas em todos os dentes da arcada dentária, contendo bráquetes soldados nesses anéis de aço.

A técnica da colagem direta de acessórios ortodônticos às superfícies dos dentes tornou-se possível a partir do estudo de BUONOCORE (1955), que mostrou ser possível a existência de união mecânica significativamente mais forte entre as superfícies do esmalte e o material restaurador, quando o esmalte era condicionado com solução de ácido fosfórico a 85 % por 30 segundos.

NEWMAN (1965) empregou a técnica adesiva, condicionando o esmalte dentário e conseguindo melhor adesão mecânica dos bráquetes ortodônticos, aperfeiçoando assim a instalação dos aparelhos ortodônticos e revolucionando essa prática na Ortodontia.

Apesar da simplicidade do condicionamento do esmalte através do ataque ácido para colagem direta, os conhecimentos básicos para correta aplicação e uso de abordagem clínica disciplinada dependem de fatores que envolvem local e técnica. Os fatores relacionados ao local consideram a colagem como corrente, onde os elos são o esmalte, o sistema de resina e o bráquete, todos susceptíveis à falhas. Com respeito a

técnica, os fatores que afetam o sucesso da colagem incluem profilaxia inadequada, isolamento deficiente, ataque ácido inapropriado, lavagem insuficiente do esmalte e as características do adesivo .

BELTRAMI (1996) relatou que apesar da colagem ser temporária, é importante que a base do bráquete una-se fortemente à estrutura dentária, por meio dos sistemas adesivos; entretanto, o aperfeiçoamento na força de adesividade do agente de colagem ao esmalte, apesar de ser um objetivo desejado em procedimentos restauradores, não o é aqui, pois pode promover fraturas do esmalte superficial por ocasião da remoção dos bráquetes, ao final do tratamento ortodôntico.

A medida que as bandas ortodônticas foram sendo substituídas pela colagem direta ou indireta de acessórios na região de incisivos, caninos e pré-molares, evidenciou-se maior incidência de descolamento destes bráquetes, em especial no segundo pré-molar. Devido a este fato, vários ortodontistas preferem manter o sistema de bandagem no segmento posterior e região de pré-molares.

As principais vantagens da colagem direta de bráquetes são: melhora na estética, diminuição da irritação gengival, melhor manutenção da higiene bucal, menor probabilidade de descalcificação causada pela infiltração de microorganismo sob as bandas, ausência de espaçamento entre os dentes, redução no custo do tratamento e menor tempo de cimentação dos acessórios. Por sua vez, as desvantagens são a perda da camada externa do esmalte com maior concentração de flúor e a necessidade de campo seco, durante o processo de colagem.

A deficiência na técnica de colagem, a pouca retentividade de determinadas bases dos bráquetes e a ação da força mastigatória são também fatores responsáveis pelo descolamento dos acessórios, constituindo-se em problema freqüente na prática da clínica ortodôntica, provocando transtornos e atrasos no tratamento ortodôntico, além de ser uma desvantagem financeira.

A reciclagem consiste basicamente em retirar da base ou da tela o agente de colagem remanescente, deixando o bráquete apto à reutilização, sem causar danos à malha de retenção, mantendo as características de retentividade (MacCOLL *et al.*, 1996; MUI *et al.*, 1999). Muito embora o uso clínico possa produzir pequenas distorções nos bráquetes, a fase de remoção é responsável pela maior parte da distorção e do dano observado (OLIVER & PAL, 1989). A reciclagem dos bráquetes pode ser realizada pelo método imediato feita no próprio consultório, ou pelo método mediato, que seria executado por empresas especializadas, sem alterar a posição dos "slots" (HIXSON *et al.*, 1982)

Assim, dois métodos são usualmente empregados na reciclagem mediata de bráquetes: 1- aplicação de calor para queimar o adesivo, seguida de polimento eletrolítico para remoção dos óxidos formados; 2- uso de solventes químicos para dissolver o adesivo, combinado com vibrações de alta freqüência e polimento eletroquímico (BUCHMAN, 1980; VLOCK, 1981; MASCIA & CHEN, 1982; GARNER *et al.*, 1982; WHEELER & ACKERMAN JR., 1983; McCLEA & WALLBRIDGE, 1986; BUCHWALD, 1989; REGAN *et al.*, 1990).

Quando o processo envolve solventes químicos, estes são colocados em contato com o adesivo, à temperatura inferior de 110° C, seguido por exposição ao calor de 250°C, para fins de esterilização. A composição química solvente não costuma ser revelada pelas companhias que utilizam tal método.

O uso do calor é um fator crítico no processo de reciclagem, devido à influência negativa sobre a micro-estrutura dos bráquetes. A maior parte dos bráquetes ortodônticos são feitos de aço inoxidável austenítico, que quando aquecidos à temperatura entre 600° e 800° C formam precipitado de cromo-carboneto, responsável pela desintegração da liga metálica, com conseqüente enfraquecimento da estrutura geral. Em adição à perda de cromo pelo metal, via precipitação de carboneto, ocorre também diminuição na resistência à corrosão (MAIJER & SMITH, 1982; UNKEL, 1987; PACHECO, 1988).

O processo de reciclagem é completado com polimento eletroquímico dos bráquetes, para eliminar qualquer tipo de irregularidade ou rugosidade superficial, evitando a tendência à opacificação ou corrosão durante o uso.

A reciclagem imediata do bráquete descolado pode ser realizada com ponta abrasiva de carboneto de silício ou por meio de jateamento de óxido de alumínio. O aumento da retentividade na colagem dos bráquetes à estrutura dentária, pela ação do jato de óxido de alumínio, deve-se ao fato do processo produzir micro-asperezas nas superfícies da base, aumentando sua área de união ao compósito, essencialmente mecânica, devido à imbricação do compósito na malha de retenção e nas micro-asperezas existentes.



Apesar do jateamento com óxido de alumínio ser amplamente utilizado para reciclagem na clínica e pesquisada em laboratórios, a técnica originalmente objetiva aumentar a retenção mecânica de bráquetes novos (BELTRAMI, 1984; MILLET *et al.*, 1993), facilitar a colagem de bráquetes em dentes restaurados (SAMPAIO & PACHECO, 2001), assim como condicionar a superfície de esmalte (OLSEN, 1997; SENAY, 2000).

## *2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA*

BUONOCORE, em 1955, apresentou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica à superfície do esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação as amostras que recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. O autor explicou que o fenômeno ocorreu em função do grande aumento da área superficial devido a ação do ataque ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

NEWMAN (1965) descreveu uma técnica para colagem de acessórios plásticos à face vestibular dos dentes por meio de resina epóxica especialmente desenvolvida para este fim. Corpos-de-prova eram submetidos a força de cisalhamento após armazenamento em água a 37° C por período de quatro a oito semanas. Os resultados mostraram que, quanto maior a área do acessório, maior a força necessária para romper a adesão, entretanto quanto maior a área, menor a força por unidade de área necessária. O autor concluiu que o tratamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico a 49% melhorava a força adesiva e que a fórmula da resina proposta diminuiu o tempo de polimerização do material, considerado alto para outros materiais epóxicos. Concluiu ainda que a toxicidade do material era baixa, o que possibilitava o seu uso para clínica e sugeriu que o tempo de polimerização deveria ainda ser diminuído.

BUCHMAN (1980) estudou um total de 466 bráquetes metálicos reciclados de colagem direta, examinando os efeitos da reciclagem na angulação da base, largura do “slot” e propriedades mecânicas. A empresa “Esmadent” foi responsável pela reciclagem de 100 bráquetes, pelo método térmico; 130 bráquetes foram reciclados pela empresa “Ortho-cycle” pelo método químico; 131 bráquetes reciclados pela empresa “Ortho-Bonding”; e 105 bráquetes reciclados. Em adição, 100 bráquetes novos foram medidos, reciclados pelo autor, e medidos outra vez como controle. O método elaborado pelo autor consistia de três etapas. O bráquete era levado à chama do bico de Bunsen, aproximadamente 1200° C por 5 segundos para que o agente de colagem queimasse; o remanescente inorgânico era removido com jatos de óxido de alumínio, por 10 segundos; e o bráquete era limpo com polimento eletrolítico por 20 segundos. Não existiu diferença estatisticamente significativa entre os quatros métodos de reciclagem em termos de mudança na angulação, na base e na largura do “slot”. Porém 20% do grupo controle sofreu alterações estatisticamente significantes na largura do “slot”.

VLOCK (1981) elaborou um sistema chamado “Orthotronic” para reciclagem de bráquetes de aço inoxidável. O processo consistia de três etapas: 1) Queima do material de colagem, através da remoção de parte deste material em temperatura não superior a 800° C; 2) remoção das partículas inorgânicas remanescentes, em vibrador especial, por um período de 20 a 30 minutos; 3) tratamento final com polimento eletrolítico por 5 segundos. Dentre as vantagens deste método, o autor citou que além de bráquetes, podem ser recondicionadas bandas, representando uma grande economia.

MASCIA & CHEN (1982) pesquisaram a capacidade de resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos novos e reciclados, através dos métodos “Esmadent” e “Ortho-Cycle”. Os autores utilizaram bráquetes das marcas comerciaisOrmco, Unitek e G.A.C colados em cento e vinte incisivos humanos. Os bráquetes foram removidos por uma máquina de ensaios, após 24 horas. Encontrando os valores médios de 14,3 Lb para os bráquetes da Unitek, 17,9 Lb para os da Ormco e 12,3 Lb para os da G.A.C. Os bráquetes foram enviados as empresas e reciclados. Após a reciclagem, os bráquetes foram recolados nos mesmos dentes e submetidos ao teste de cisalhamento. Os autores concluíram que os bráquetes reciclados oferecem menor resistência ao cisalhamento, estatisticamente significante, em todos os métodos.

MAIJER & SMITH (1982) estudaram doze casos clínicos com manchas pretas ou verdes associadas à colagem direta realizada com bráquetes de aço inoxidável. Os bráquetes foram removidos e analisados em microscópio eletrônico de varredura, quando encontraram bolhas na interface resina-bráquete, especialmente na periferia, sendo observada nessa área considerável deterioração da liga na base e tela. Segundo os autores, a presença de bolhas está associada à higiene bucal deficiente, ao aço inoxidável do tipo 304 e a corrosão que podem resultar em manchas no esmalte. Os autores aconselharam a utilização de processos de reciclagem, que evitassem altas temperaturas, pois temperaturas entre 600° C e 800° C precipitam carbonetos de cromo adjacentes à periferia do metal.

HIXSON *et al.* (1982) verificaram as mudanças provocadas nos “slots” de bráquetes antes e após a reciclagem. A amostra era constituída por 75 bráquetes de diferentes marcas (A Company, American Orthodontic e Ormco), distribuídos em três

grupos de 25. Inicialmente a quantidade de distorção foi avaliada nos bráquetes novos. Depois, 15 bráquetes de cada marca comercial foram reciclados por três diferentes empresas especializadas (Esmadent, Ortho-Cycle e Century 2001) e avaliados utilizando aparelho especial para medir a quantidade de distorção em função da posição angular do arco dentro do “slot”. Os autores observaram que não houve alteração significativa nos “slots” dos bráquetes, após reciclagem.

GARNER *et al.*(1982) estudaram o efeito da reciclagem sobre a resistência à colagem de bráquetes ortodônticos. Colaram dez bráquetes com resina composta em pré-molares para submeter a ensaios mecânicos de tração, após 24 horas. Os bráquetes foram reciclados pela empresa “Esmadent” e recolados em outros 10 dentes nunca submetidos à colagem. Depois de 24 horas, os dentes foram submetidos a ensaios mecânicos de tração. Este processo foi repetido por seis vezes, perfazendo um total de 70 dentes. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tração entre os bráquetes novos e reciclados várias vezes. Usando microscópio eletrônico de varredura, observaram que após três reciclagens consecutivas, ocorreu uma diminuição na espessura dos fios das telas dos bráquetes; após quatro, existiam fios quebrados e distorcidos. Depois de cinco reciclagens havia áreas sem tela e áreas com tela perfeita. Os autores concluíram que o fator limitante do número de vezes que o bráquete pode ser reutilizado é a largura do “slot” e não a resistência à tração.

WHEELER & ACKERMAN JR. (1983) analisaram os efeitos da reciclagem térmica sobre retenção da tela da base de bráquetes. O diâmetro dos fios que compõem a base foi medido em 40 bráquetes novos. Os bráquetes foram colados em pré-molares humanos extraídos e a tensão da força requerida para descolagem foi

registrada. Os bráquetes foram recondicionados pelo processo térmico e repetiu-se a medição da tela da base do bráquete e novos testes de resistência foram realizados. Houve diminuição de 7% no diâmetro dos fios da tela, durante o processo de reciclagem (93,89 micrometros para 87,07 micrometros), os bráquetes novos foram 6% mais resistentes em relação a bráquetes reciclados, e a redução do diâmetro dos fios da base, durante o processo de recondicionamento, não foi correlacionada com as mudanças na resistência à tração, ocorrida antes e após a reciclagem.

BELTRAMI (1984) comparou cinco espécies de bráquetes com tela, frente a um bráquete com sulcos retentivos na base, por ele desenvolvido, colados ao substrato de resina composta. Este bráquete, denominado experimental, tinha a base jateada com óxido de alumínio. Decorridas 24 horas de armazenamento a 37° C e 100% de umidade relativa, a tração evidenciou melhor resultado com o bráquete “experimental” (com sulcos na base), que atingiu 1,328 kg/mm<sup>2</sup>. Houve diferença estatisticamente significativa quando comparado com os demais bráquetes: Dentarum 705-0225 (0,816 kg/mm<sup>2</sup>), Unitek 019-321 (0,638 kg/mm<sup>2</sup>), Unitek 019-312/337 (0,484 kg/mm<sup>2</sup>), Rocky Mountain A-15 com base 02200 (0,448 kg/mm<sup>2</sup>) e Morelli nº 15 (0,300 kg/mm<sup>2</sup>).

WRIGHT & POWERS (1985) realizaram um estudo para medir a resistência a tração de bráquetes reciclados por 4 métodos diferentes e colados com 4 tipos distintos de resinas. Os procedimentos de recondicionamento utilizados foram: 1- método térmico (Esmadent); 2- método químico (Orthocycle); 3 – remoção da resina residual com ponta montada de carborundum; 4- bráquetes novos nos quais foi colocada uma camada de 1mm de adesivo e depois preparados para recolagem, utilizando-se também ponta montada de carborundum. O grupo controle era constituído

de bráquetes novos recém colados. Os autores verificaram que em todos os procedimentos de condicionamento houve diminuição de cerca de 45% a 75% na resistência à tração após ciclo de condicionamento em comparação com a resistência inicial ( $0,99\text{Kgf/mm}^2$ ). A resistência à tração foi significativamente menor quando a resina da tela foi removida com o auxílio de ponta montada de carborundum, tanto no grupo 3 ( $0,64\text{ Kgf/mm}^2$ ) quanto no grupo 4 ( $0,50\text{ Kgf/mm}^2$ ) em comparação aos condicionamentos térmico ( $0,78\text{ kgf/mm}^2$ ) e químico ( $0,74\text{ Kgf/mm}^2$ ) e que todas as fraturas ocorreram na interface base /resina.

McClea & Wallbridge (1986) utilizaram 90 bráquetes metálicos novos e reciclados para analisar a resistência a tração e ao cisalhamento. Os bráquetes foram separados em três grupos, sendo o primeiro formado por bráquetes novos, o segundo por bráquetes reciclados pelo método comercial Vector Dental Corporation (reciclagem térmica) e o terceiro grupo reciclado pelo método doméstico. O método doméstico compreende a reciclagem no próprio consultório utilizando máquina comercializada pela Esmadent. Vinte bráquetes de cada grupo foram recolados com resina Concise e submetidos ao teste de tração numa velocidade de  $1\text{mm/min}$  e a carga de ruptura foi registrada em Kgf. A média da resistência à tração foi de  $5,95\text{ Kgf}$  (bráquetes novos),  $5,53\text{ Kgf}$  (reciclados comercialmente) e  $5,25\text{ Kgf}$  (reciclados domesticamente). Os dez bráquetes restantes de cada grupo foram recolados numa superfície de resina acrílica autopolimerizável e submetidos ao cisalhamento. Os bráquetes novos obtiveram o valor médio de  $5,56\text{ Kgf}$ , os reciclados comercialmente de  $4,81\text{ Kgf}$  e  $5,80\text{ Kgf}$  para os bráquetes reciclados domesticamente. Os autores concluíram que a retentividade dos bráquetes reciclados pode ser semelhante a bráquetes novos. Os modos de fratura nos

bráquetes novos ocorreram na interface resina/bráquete e nos bráquetes reciclados houve combinação de ruptura na interface resina/bráquete e coesiva na resina.

UNKEL (1987) escreveu considerações sobre os produtos ortodônticos reciclados. Relatou que o material mais comumente usado na constituição de bráquetes, bandas e arcos é o aço inoxidável 302, 304 e 316 e que todos são do tipo austenítico. A liga austenítica é usada na Ortodontia por causa da ductibilidade, pode ser soldada e oferece maior resistência a corrosão. Devido a isto, o autor alerta que os produtos ortodônticos, quando sujeitos a elevadas temperaturas, durante o processo de reciclagem e tratamento térmico poderão se tornar susceptíveis à corrosão.

PACHECO (1988) desenvolveu uma técnica de reciclagem para bráquetes metálicos descolados baseada no processo térmico e químico. Numa primeira etapa os bráquetes foram levados ao forno a 490° C por três minutos e depois deixados em solução de ácido fluorídico a 55% num aparelho de ultra-som por 8 minutos. As alterações na dureza e na largura dos encaixes dos bráquetes novos e reciclados não foram estatisticamente significantes. Entretanto, os bráquetes utilizados apresentaram sensibilização (precipitação de carbonetos de cromo na periferia dos grãos de metal, que pode levar a uma corrosão intergranular) em graus variados, após a reciclagem.

OLIVER & PAL (1989) estudaram as distorções em 821 bráquetes removidos por três métodos distintos. Num método, as aletas mesial e distal dos bráquetes foram apertadas ao mesmo tempo com alicate de How; em outro método foi utilizado o alicate para cortar amaril, posicionado na interface resina/esmalte ou resina/bráquete, aplicando força de cisalhamento neste local. No terceiro método, foi usado o LODI, instrumento que exerce força de tração por intermédio de uma alça que



envolve as aletas do bráquete. Os resultados mostraram distorções dos bráquetes em todos os métodos de remoção. O terceiro método foi o que produziu menos distorções, sendo recomendado pelos autores.

BUCHWALD (1989), com o intuito de reduzir os custos do tratamento ortodôntico sem perda de qualidade, utilizou 1000 bráquetes novos da G.A.C em 50 casos. Foram colados bráquetes do segundo pré-molar esquerdo ao segundo pré-molar do lado oposto na arcada superior e inferior. Estes foram recondicionados três vezes com ciclo de um ano e meio pelo método "Ortho-cycle" (reciclagem química) e reutilizados após a cada reciclagem. O autor concluiu que o processo de recondicionamento não alterou as angulações e torque dos bráquetes e que o jateamento restaurava o estado de retenção.

REGAN *et al.* (1990) pesquisaram os efeitos da reciclagem sobre a resistência à tração em bráquetes de incisivos centrais superiores, com três diferentes tipos de bases. Os bráquetes foram colados numa superfície de Concise preparada em cilindros de plástico, com adesivo Phase II (Reliance Orthodontic Products, Itasca), manipulado de acordo com instruções do fabricante, sem o condicionamento ácido prévio. Os métodos de reciclagem foram térmico (Esmadent) e químico (Ortho-Cycle) e os testes de resistência à tração foram realizados numa máquina de ensaios mecânicos a velocidade de 5mm/minuto e a carga de ruptura registrada em Kgf. Os corpos-de-prova eram constituídos de: 1) 108 bráquetes novos separados em três grupos de 36 para cada marca; 2) 108 bráquetes utilizados previamente no tratamento ortodôntico também separados em três grupos de cada marca. Após a primeira colagem, os bráquetes novos (grupo controle) foram submetidos ao teste de tração.

Com o objetivo de avaliar o efeito cumulativo das reciclagens química e térmica, todos os bráquetes novos foram reciclados por até quatro vezes, enquanto que os usados clinicamente apenas uma vez. Os pesquisadores observaram que após a reciclagem por ambos os métodos, todas as bases demonstraram significativa diminuição na resistência em relação aos bráquetes novos, considerados grupo controle (Dyna-lock; controle=10,4 KgF; reciclado 1 vez pelo método químico=8,4 KgF; reciclado 1 vez pelo método térmico=8,2 KgF/ Edgeway: controle=14,6 KgF; reciclados pelo método químico=11,5 KgF; reciclados pelo método térmico= 6,2 KgF/ Rocky Mountain: controle= 13,0 KgF; reciclados 1 vez pelo método químico=9,2 KgF; reciclados 1 vez pelo método térmico=10,1 KgF). Observaram também que após quatro reciclagens consecutivas não ocorreu diferença significativa em relação à primeira.

REGAN *et al.* (1993) estudaram o efeito da reciclagem sobre a resistência à tração de bráquetes metálicos, sendo considerado as seguintes variáveis: base do bráquete, superfície do esmalte e o tipo de adesivo utilizado. Utilizaram cento e oitenta bráquetes novos com três tipos de base, colados em pré-molares humanos com resina composta polimerizada. Neste grupo, denominado controle, foi realizado ensaio mecânico a velocidade de 2mm/min. Após os ensaios mecânicos, 80 bráquetes novos foram recolados nos dentes, sendo a metade com resina quimicamente polimerizável e a outra com resina fotopolimerizável. O adesivo antigo foi removido do esmalte com fresa carbide de tungstênio ou instrumento manual. A resistência significativamente menor à tração foi verificada nos bráquetes novos colados em superfície condicionada e colada previamente. Não houve diferença entre o tipo de preparo do esmalte ou entre os adesivos empregados. Outro grupo de 100 bráquetes foram reciclados, com ponta

montada de carborundum, em baixa rotação e com queima do adesivo com bico de Bunsen, seguido de jateamento e polimento eletrolítico. Os autores concluíram que houve falhas significativas na resistência em todos os tipos de base, não importando o método de reciclagem.

MILLET *et al.* (1993) investigaram em laboratório a resistência ao cisalhamento de bráquetes de aço inoxidável colados com cimento ionômico de vidro (Ketac-Cem) e resina convencional (Right - on). Foram utilizados 90 pré-molares humanos nos quais foram colados bráquetes pré-angulados (A-Company Johnson & Johnson). Os dentes foram separados em três grupos de 30, cada um contendo 15 dentes superiores e 15 inferiores. No primeiro grupo, os bráquetes foram colados com resina convencional. No segundo grupo, com cimento de ionômico de vidro. No último grupo, os bráquetes antes de serem fixados nos dentes com ionômico de vidro, tiveram as bases jateadas com óxido de alumínio (60 micrometros) por 3 segundos a uma distância de 10 mm. Todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37° C durante 24 horas até o ensaio mecânico. Os bráquetes colados com resina obtiveram melhores resultados (83,86 N). Os bráquetes jateados e colados com ionômico de vidro obtiveram resultados maiores (47,13 N) em relação aos bráquetes não jateados (38,71 N). Os autores concluíram que o jateamento aumentou a resistência ao cisalhamento dos bráquetes colados com cimento ionômico de vidro (Ketac-cem) em 22%.

A ISO (1994) lançou uma versão atualizada da especificação TR 11405. Esta foi desenvolvida em 1991, por um grupo de pesquisadores e se constitui numa norma específica para os testes de adesão à estrutura dentária com o objetivo de padronizá-los. Este documento descreve vários tipos de testes como o de formação de fenda na

interface dente-restauração, microinfiltração, qualidade dos materiais, uso clínico e resistência de união. Entre os testes de resistência de união estão os testes de tração e cisalhamento. Com relação ao teste de cisalhamento, a norma descreve o aparelho constituído parte por luva metálica que aloja a amostra e por uma chapa metálica com 5 mm de espessura, fixada paralelamente à luva metálica, que possui três orifícios com diâmetro de 3, 5, 10 mm, utilizados de acordo com o tamanho da amostra. Cada orifício possui angulação de 45° e a parte que faz a punção na amostra é plana, com 1 mm de largura, formando ângulo reto. A matriz para o procedimento de união é constituída por duas hastes que são apoiadas em um bloco com entalhe central em formato prismático, sendo que as hastes possuem locais apropriados nas extremidades para alojar a amostra e o material restaurador. Esse conjunto é fixado à máquina de ensaio universal no momento do teste.

NEWMAN *et al.* (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos e cerâmicos de cinco diferentes marcas, utilizando dezesseis tipos de adesivos, e diferentes métodos químicos e mecânicos utilizados para aumentar a resistência deste acessórios ao esmalte dentário. Os seguintes métodos foram estudados: jateamento da base dos bráquetes e da superfície dentária, silanização, agentes químicos (ativadores) aplicados no bráquete e nos dentes, tratamento eletrotérmico. Um total de 525 incisivos centrais e laterais foram utilizados sendo que cada grupo formado era composto de 15 dentes. Após a colagem, os acessórios foram submetidos ao teste em máquina de ensaio mecânico. Depois do teste de resistência, 15 bráquetes foram jateados com óxido de alumínio (50 micrômetros) e recolados nos mesmos dentes. O jateamento foi mais efetivo que a silanização, ativação química ou

tratamento eletrotérmico. Os autores concluíram que bráquetes metálicos descolados acidentalmente podem ser imediatamente recondicionados, jateando-se a base do bráquete com óxido de alumínio ou bicarbonato de sódio, para aumentar a retenção, devido à formação de microrrugosidades e aumento da área de superfície

GANDINI JUNIOR *et al.* (1995) estudaram diferentes métodos de remoção da resina remanescente ao esmalte dentário após descolagem de bráquetes ortodônticos. Foram utilizados 60 pré-molares, sendo 10 dentes para cada técnica de remoção. Bráquetes S2CO3Z (Dental Morelli) foram colados na face vestibular, com resina Concise quimicamente ativada. Após a remoção dos bráquetes com alicate  $n < 167 < 453$ , os corpos-de-prova foram submetidos a 6 diferentes métodos (Broca Multilaminada 30 lâminas em alta rotação; broca carboneto de Silicone em alta rotação; broca de carboneto de silício e óxido de alumínio em alta rotação; broca de óxido de alumínio em alta rotação; alicate removedor de resina velho; alicate removedor de resina novo). Os resultados dos diferentes métodos foram comparados pela análise visual de fotos obtidas em microscopia eletrônica de varredura e pela análise rugosimétrica de superfície. Concluíram que o método Broca Multilaminada 30 lâminas foi o que melhor resultado apresentou; contudo, causou também alguns arranhões na superfície do esmalte remanescente.

MacCOLL *et al.* (1996) estudaram os efeitos do jato de óxido de alumínio sobre a superfície da base do bráquete, redução da área desta superfície e condicionamento do esmalte com diversos tipos de ácido em relação à resistência ao cisalhamento da colagem. Além disso, verificaram o efeito do jateamento realizado no consultório em comparação com os métodos industriais de reciclagem (Esmadent e

Vector Dental Corporation). Foram utilizados quatro diferentes tipos de base: 12,35 mm<sup>2</sup>, 8,41mm<sup>2</sup>, 6,82 mm<sup>2</sup> e 2,38 mm<sup>2</sup>, convencionais ou jateadas. Cada grupo tinha 12 corpos-de-prova, sendo utilizado esmalte de dentes bovinos. O condicionamento foi feito com ácido fosfórico gel a 37%, ácido fosfórico em solução aquosa a 37%, ácido maléico gel a 10% e ácido maléico em solução aquosa a 10%. A força de adesão foi verificada em máquina de ensaio mecânico a velocidade de 0,5 mm/min. As bases de bráquetes com área menor que 6,82 mm<sup>2</sup> tiveram menor resistência que aqueles com área maior. O condicionamento com ácido maléico aquoso foi associado a maior resistência dos bráquetes, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa entre os outros três ácidos utilizados. Os autores observaram que houve aumento significativo da força de adesão dos bráquetes tratados com jateamento ou por processo industrial em relação ao convencional.

BELTRAMI *et al.*(1996) testaram bráquetes com sulcos retentivos na base, colados clinicamente e removidos em laboratório por testes de tração, cisalhamento e torção. Sessenta e três bráquetes, especialmente desenvolvidos, apresentando sulcos retentivos na base foram colados com resina Concise Ortodôntico, em pré-molares humanos. Em cinco grupos de dentes, cada um com um mínimo de 11 elementos, foram aplicados esforços até a remoção dos bráquetes, em várias condições (tração imediata, cisalhamento imediato, torção imediata, tração após 24 horas, tração após 30 dias). A remoção atingiu valores médios (em Kg/mm<sup>2</sup>) de 0,871 para tração imediata, de 0,686 para o cisalhamento imediato, de 0,575 para torção imediata, de 0,993 para tração após 24 horas e de 0,926 para tração após 30 dias. Os autores concluíram que o novo bráquete não acarretou novas dificuldades na colagem, nem causou danos

clínicos adicionais ao esmalte dentário, na descolagem. Comparando com trabalho laboratorial anterior, os níveis de retenção deste novo bráquete superaram os alcançados por quatro marcas de bráquetes tradicionais (Denturum, Unitek, Rocky Mountain e Morelli).

PINTO *et al.* (1996) estudaram a reciclagem de bráquetes na clínica ortodôntica por meio de jatos de óxido de alumínio (50 micrometros). Mostraram o aparelho ("Micro-etcher") enfatizando sua eficiência na remoção do compósito remanescente da base do bráquetes descolados e criação de micro-asperezas, aumentando a área de união ao compósito, devido à imbricação mecânica do compósito na malha de retenção. Além da finalidade de aumentar a superfície retentiva de bráquetes a serem recolados, o jato de óxido de alumínio podia ser usado para aumentar a retenção em bráquetes novos, assim como facilitar a colagem de bráquetes em dentes restaurados. Os autores citaram ainda a simplicidade e facilidade de uso, além do baixo custo do aparelho e do pó de óxido alumínio utilizado, aliados ao fato de ser pequeno e portátil.

SONIS & MASS (1996) compararam a resistência ao cisalhamento *in vitro* de bráquetes metálicos com falha de colagem submetidos ao jato abrasivo, com bráquetes novos não tratados. Sessenta pré-molares humanos foram separados em grupo controle (bráquetes novos não jateados) e grupo experimental (bráquetes jateados). A colagem dos bráquetes G.A.C (G.A.C international, Inc., Central Islip, N.Y.), com área de 9,9 mm<sup>2</sup>, foi com resina ortodôntica fotopolimerizável. A reciclagem ocorreu com jateamento das bases com óxido de alumínio (90 micrometros) a distância de 5 mm, por um período de 15 a 30 segundos. Foram realizados testes de resistência ao

cisalhamento na máquina Instron universal com velocidade de 0,5 mm/minuto. Além disso, amostras representativas de cada grupo foram examinadas pela microscopia eletrônica de varredura. Os resultados não mostraram nenhuma diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre o grupo controle (17,14 Mpa) e o grupo experimental (16,77 Mpa). O exame com microscopia eletrônica de varredura dos bráquetes jateados revelou superfície de estrutura porosa com material de colagem residual na base do bráquete. Os autores concluíram que essa técnica simples pode permitir a reutilização imediata de bráquetes metálicos que descolaram.

OLSEN *et al.* (1997) compararam a técnica tradicional de ataque ácido com a técnica de preparação da superfície com jateamento, avaliando a resistência ao cisalhamento da colagem, o local da falha de colagem e a preparação da superfície do esmalte, observada em microscopia eletrônica de varredura. A amostra constituiu de sessenta terceiros molares humanos extraídos e posteriormente separados em três grupos de 20. O primeiro grupo foi condicionado com ácido fosfórico à 37% na forma de gel durante 30 segundos, lavados durante 30 segundos e secos em 20 segundos. Os segundo e terceiro grupos foram submetidos ao jateamento com óxido de alumínio com partícula de 50 micrometros e 90 micrometros, respectivamente. Em todos os grupos foram utilizados bráquetes ortodônticos de aço inoxidável, específico para molares, colados à superfície vestibular de cada dente com sistema de colagem Transbond XT (3M Unitek). Para determinar a resistência ao cisalhamento foi utilizada a máquina universal Zwick (Calitek Corp.). Os resultados indicaram que houve diferença significativa na resistência ao cisalhamento da colagem entre o grupo do ataque ácido, o grupo com partículas de 50 micrometros e o grupo com partículas de 90 micrometros.



Partículas de 90 micrometros mostraram pequeno aumento na resistência ao cisalhamento quando comparadas com partículas de 50 micrometros. Os autores concluíram que a superfície do esmalte jateada com óxido de alumínio resultou em resistência de colagem baixa e não deveria ser utilizada na clínica, como condicionador de esmalte.

PENIDO *et al.* (1998) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos recolados. Foram utilizados 40 pré-molares humanos nos quais foram colados bráquetes metálicos S2CO3Z (Dental Morelli) com resina Concise Ortodôntico (3M). As amostras foram separadas em quatro grupos, posteriormente submetidos ao teste de cisalhamento, com velocidade de 0,5 mm/minuto. No grupo I (controle) bráquetes novos foram colados e permaneceram até o teste de resistência ao cisalhamento. Os bráquetes dos grupos II,III,IV foram removidos com auxílio do alicate removedor de bráquetes (Ormco nº 0105) e a superfície de esmalte limpa utilizando brocas de tungstênio 32 lâminas. Nos grupos II e III foram recolados os mesmos bráquetes, reciclados respectivamente com jateamento com óxido de alumínio 90 micrometros e ponta montada de carborundum. No grupo IV, foram recolados bráquetes novos. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento dos bráquetes reciclados com o método de jateamento com óxido de alumínio foi semelhante a do grupo controle e superior a dos bráquetes reciclados, cuja resina residual foi removida com ponta montada de carborundum.

MUI *et al.* (1999) compararam a resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos colados e recolados após condicionamento utilizado comumente com sistemas de resina composta fotopolimerizável e autopolimerizável. Foram colados

bráquetes e depois removidos durante a determinação inicial da resistência ao cisalhamento. Foram novamente colados após a remoção da resina residual das superfícies do esmalte utilizando cinco tratamentos diferentes: 1- Remoção de resina residual com broca de carboneto de tungstênio, superfície de esmalte recondicionada e, então, a colagem de um novo bráquete; 2- Remoção da resina da base com jateamento de óxido de alumínio e recolagem com o mesmo bráquete; 3- remoção da resina residual da superfície do esmalte com utilização de alicates de remoção de resina, recondicionamento do esmalte com jato de ar-pó e colagem do novo bráquete; 4- Remoção de resina residual com taça de borracha e pedra pomes e colagem de novo bráquete; 5- remoção do remanescente de resina somente com alicates e colagem do novo bráquete. Os resultados revelaram que o sistema fotopolimerizável produziu resistência ao cisalhamento de colagem maior na colagem inicial do que o sistema autopolimerizável. O recondicionamento das superfícies de esmalte com broca de tungstênio e o condicionamento ácido forneceu a mais alta resistência de colagem e características de fratura clinicamente favoráveis. Os autores concluíram que o melhor procedimento para recolagem de bráquetes ortodônticos era preparar a superfície do esmalte com broca de carboneto de tungstênio, condicionamento ácido do esmalte e a utilização de novo bráquete ou a reutilização do mesmo após jateamento com óxido de alumínio.

SENAY *et al.* (2000) compararam a técnica de condicionamento ácido convencional com uma técnica de preparação da superfície por abrasão a ar. Foram utilizados 80 pré-molares humanos hígidos, recentemente extraídos, separados aleatoriamente em quatro grupos: 1- condicionados com ácido fosfórico a 37% durante

15 segundos; 2- Jateados com óxido de alumínio de 50 micrometros; 3- polidos com pedra pomes e condicionados com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos; 4- Jateados com óxido de alumínio de 50 micrometros e condicionados com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. O jateamento da superfície foi realizado a distância de 10 mm com angulação de 45° durante 5 segundos. Todos os bráquetes de aço inoxidável (Dentaurum) foram colados à superfície vestibular de cada dente com adesivo de pasta única (Express Dental Products). Para determinar a resistência da colagem, foi utilizada a máquina de teste Lloyd (Lloyd Instrument LR 30 K) com velocidade de 0,5mm/seg. Os valores médios da resistência foram os seguintes: no grupo jateado foi de 38,05 +/- 9,93N; no grupo apenas com condicionamento ácido foi de 62,72 +/- 11,44N; no grupo polido com pedra pomes e condicionamento ácido foi de 69,78 +/- 14,87N e no grupo jateado e condicionado com ácido foi de 89,31 +/- 13,34. O grupo com jateamento seguido de condicionamento ácido apresentou valores de resistência significativamente maiores quando comparado aos demais. Segundo os autores, os resultados indicaram que a preparação da superfície do esmalte pelo jateamento resultava em resistência de colagem significativamente inferior e não devia ser defendida para uso clínico, como condicionador do esmalte.

SAMPAIO & PACHECO (2001) realizaram pesquisa para avaliar in vitro a influência do tempo de aplicação do ácido fluorídrico comparando ao jateamento com óxido de alumínio no condicionamento da porcelana para colagem de acessórios ortodônticos com compósito Concise Ortodôntico (3M). Utilizaram 50 placas de porcelana divididas em cinco grupos, onde cada grupo foi exposto a tempos diferentes de ácido fluorídrico 4%. O grupo I foi exposto a um minuto; o grupo II, a dois minutos; o

grupo III, a três minutos; e o grupo IV, a quatro minutos. O grupo V foi exposto a cinco segundos de jateamento de óxido de alumínio com granulação de 40 micrômetros e pressão de 50 milibars. Sobre a região do preparo foram colados botões ortodônticos fixados a um adaptador para máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000) que permitiu a realização do teste de resistência da união à tração com velocidade 0,5 mm/minuto. Os resultados obtidos em Kgf foram transformados em MPa e submetidos à análise estatística pelo teste de análise de variância e Tukey ao nível de significância de 1%. A média de resistência da união à tração dos grupos foi: 7.25 MPa, 6.74 MPa, 7.34 MPa, 8.72 MPa, 5.98 MPa, respectivamente, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre as médias. Os autores sugeriram que o tempo de 1 minuto de condicionamento ácido sobre a superfície de porcelana, assim como o jateamento de óxido de alumínio durante 5 segundos são indicados na clínica ortodôntica.

## **4.2 - MÉTODO**

### **4.2.1 - Limpeza e armazenagem dos dentes**

Foram utilizados 50 pré-molares humanos, extraídos com finalidade ortodôntica com a face vestibular hígida, coletados na área de Cirurgia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. O protocolo foi autorizado pelo comitê de ética de pesquisa da FOP-UNICAMP com certificado nº 63/2000 (apêndice). A limpeza, principalmente da raiz, foi em água corrente sob ação mecânica de raspagem com espátula tipo Le Cron (Dental Duflex, Rio de Janeiro, RJ.), removendo os restos de tecidos periodontais. A armazenagem foi em solução de cloreto de sódio (0,9%), à temperatura de 4° C por até 6 meses antes da utilização dos dentes. Todos os procedimentos referentes ao preparo das amostras seguiram o protocolo estabelecido pela *International Organization for Standardization* (ISO), na especificação TR 11405.

### **4.2.2 - Preparo dos corpos-de-prova**

Tubos de PVC (Tigre, Cotia, SP), com 20 milímetros de diâmetro interno por 20 milímetros de altura foram preenchidos com resina acrílica quimicamente ativada (Figura 1) Vipi Flash (Dentalvipi, Pirassununga, SP), na fase arenosa, proporcionada e manipulada de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, os dentes foram fixados individualmente pela raiz na resina acrílica, de maneira a ficarem expostas somente as coroas, constituindo os corpos-de-prova usados no estudo (Figura 2).

A face vestibular dos dentes foi submetida à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escova tipo Robinson (KG Sorensen, Rio de Janeiro, RJ), montada em contra-ângulo (Dabi Atlante, Riberão Preto, SP) em baixa velocidade de

rotação, por 15 segundos. Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente durante 10 segundos e secos com jatos de ar comprimido, livres de óleo, pelo mesmo período de tempo. A escova tipo Robinson foi substituída por outra nova de mesma marca a cada 5 dentes, objetivando que a ação mecânica da profilaxia fosse similar para todos os dentes.



Figura 1 – Resina acrílica autopolimerizável (vipi-Flash)

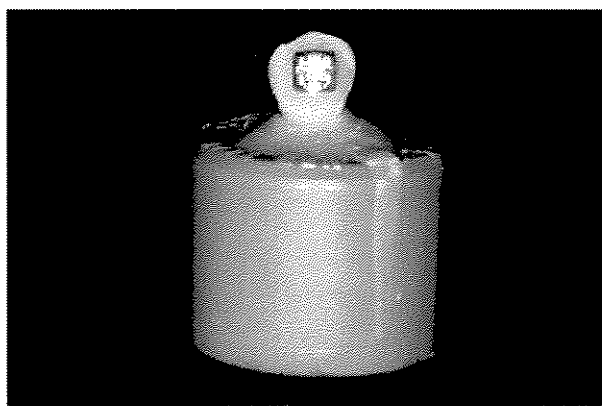


Figura 2 - Corpo-de-prova

#### **4.2.3 - Condicionamento ácido do esmalte**

O condicionamento do esmalte foi realizado com gel de ácido fosfórico Concise (3M, Nova Odessa, SP) a 37%, aplicado com auxílio de seringa no centro da face vestibular, numa área correspondente ao tamanho da base do bráquete, durante 30 segundos. Decorrido o tempo de condicionamento, o esmalte foi lavado com água corrente por 20 segundos e seco por mais 20 segundos, com leves jatos de ar comprimido.

#### 4.2.4 - Colagem dos bráquetes

Os bráquetes (Figura 3) S2CO3Z (Dental Morelli, Sorocaba, SP) foram fixados com auxílio da pinça de apreensão (Starlet, São Paulo, SP), posicionado na região central da face vestibular dos dentes. Na colagem foi utilizada a resina composta (Figura 4) de ativação química Concise Ortodôntico (3M).

A resina fluida do Concise ortodôntico foi proporcionada em quantidades iguais dos líquidos A e B, de acordo com as instruções do fabricante, e aplicada sobre o esmalte com pincel descartável. Após aplicação da resina fluída, foram proporcionadas quantidades iguais das pastas A e B, e espatuladas por 20 segundos. Quantidade suficiente de material foi colocado na base do bráquete, com auxílio da própria espátula utilizada para mistura. Em seguida, os bráquetes foram posicionados e fixados na região central da superfície vestibular e o excesso de resina removido com sonda exploradora, antes do início da polimerização. Após fixação dos bráquetes, os corpos-de-prova foram separados em 5 grupos experimentais e armazenados em água à temperatura ambiente, por 24 horas.

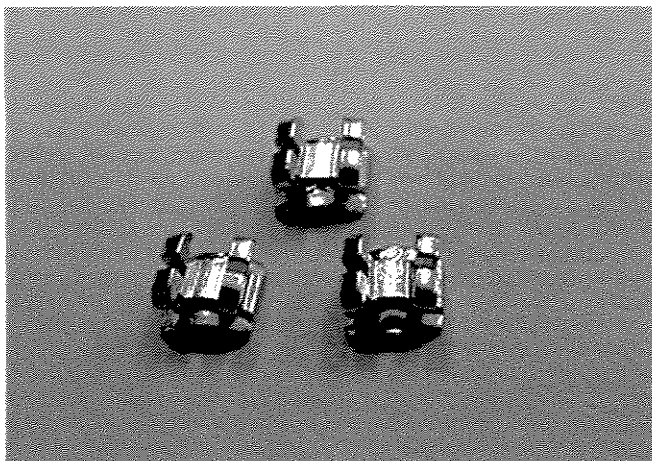


Figura 3 – Bráquetes S2CO3Z  
(Dental Morelli)

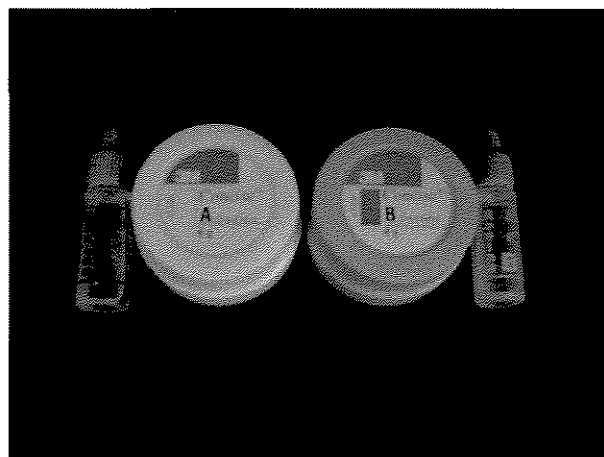


Figura 4 – Resina Composta  
(Concise)

#### **4.2.5 - Grupos experimentais**

Após a fixação dos bráquetes, os corpos-de-prova foram separados aleatoriamente em 5 grupos de 10 dentes, conforme os tratamentos:

*Grupo I* - Controle : Bráquetes novos colados pela técnica convencional.

*Grupo II* - Jato de óxido de alumínio: Bráquetes descolados, com as bases jateadas com óxido de alumínio de 90 micrômetros da Bio-art (São Carlos, SP) e recolados.

*Grupo III* - Pedra abrasiva de carboneto de silício: Bráquetes descolados, com as bases limpas com pedra abrasiva de carboneto de silício e recolados.

*Grupo IV* - Empresa especializada: Bráquetes descolados, com as bases recondicionadas industrialmente (Abzil-Lancer, São José do Rio Preto, SP) e recolados.

*Grupo V* - Bráquetes novos: Bráquetes novos fixados em esmalte, cujo bráquete anterior foi removido.

#### **4.2.6 - Remoção dos bráquetes e limpeza do esmalte**

A retirada dos bráquetes dos dentes dos grupos II, III, IV e V foi feita com alicate removedor (Starlet), mostrado na figura 5. Em seguida, foi realizada a remoção da resina residual existente na superfície dentária, com brocas multilaminadas 9114F 30 lâminas (GANDINI JUNIOR *et al.*, 1995) da marca comercial KG Sorensen (Figura 6),



com micromotor (Dabi Atlante) em velocidade de baixa rotação. As brocas foram substituídas a cada 5 dentes.

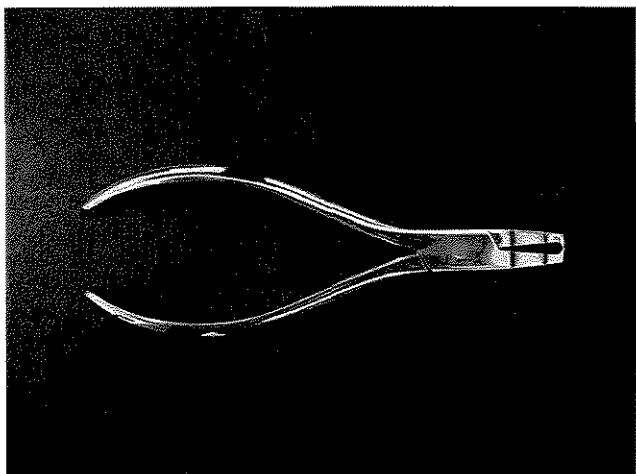


Figura 5 – Alicate removedor de bráquetes (Starlet)

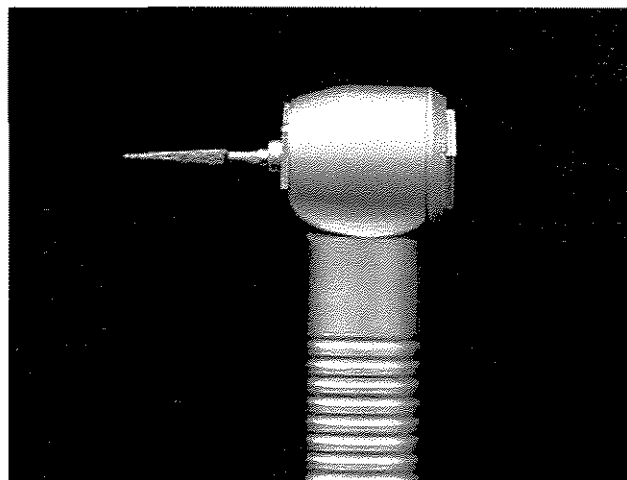


Figura 6 – Brocas multilaminadas 30 lâminas (KG sorensen)

#### **4.2.7 - Reciclagem dos bráquetes removidos**

A remoção da resina residual dos bráquetes do grupo II foi feita com jatos de óxido de alumínio (Figura 7), com partículas de 90 micrometros, utilizando o aparelho micro-jato Bio-art (Figura 8), durante 15 a 30 segundos, dependendo da quantidade de resina, mantendo distância de 10 mm da base do bráquete (PENIDO *et al*, 1998).

A remoção da resina residual dos bráquetes do grupo III foi realizada com pedra abrasiva de carboneto de silício (Pontas Schelble, Petrópolis, RJ), ilustrado na Figura 9, com auxílio de micromotor (Dabi Atlante) em velocidade de baixa rotação.

A remoção da resina residual da base dos bráquetes do grupo IV foi efetuada industrialmente pela empresa Abzil-Lancer, especializada em reciclagem de bráquetes.

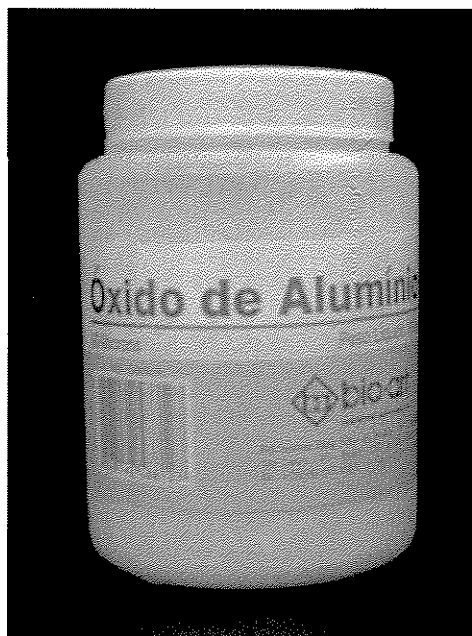


Figura 7 – Óxido de alumínio em pó 90 micrometros (Bio-Art)

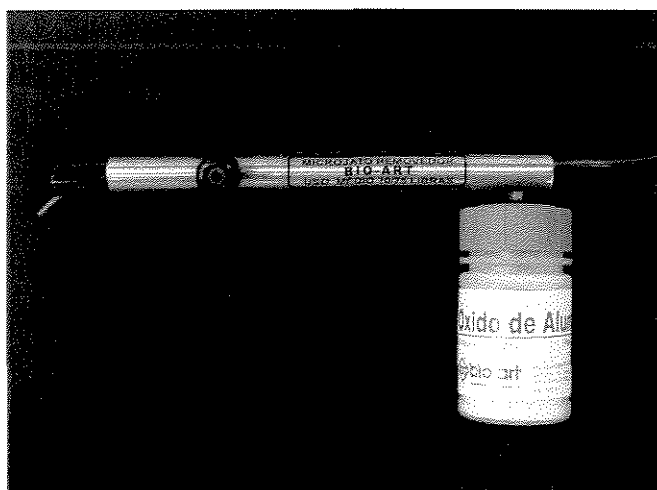


Figura 8 – Micro-jato (Bio-Art)

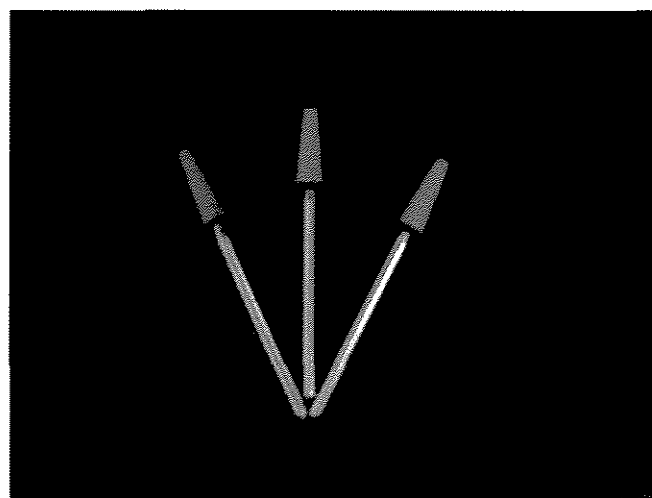


Figura 9 – Pedra abrasiva de carboneto de silício

#### **4.2.8 - Recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos**

A recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos foi realizada da mesma maneira como efetuada na fase inicial da colagem dos bráquetes. Até a realização do ensaio de resistência ao cisalhamento, os dentes foram mantidos em umidade relativa, em estufa (Fanem, São Paulo, SP) regulada a 37° C, por 24 horas.

#### **4.2.9 - Ensaio de resistência ao cisalhamento**

O ensaio de resistência ao cisalhamento dos bráquetes fixados foi efetuado numa máquina ensaio universal INSTRON, modelo 4411, regulada para velocidade de 0,5 mm/minuto, até a ruptura da união bráquete-dente.

A fixação dos corpos-de-prova aos mordentes da máquina de tração foi realizada por meio da alça de fio de aço inoxidável, confeccionada com fio de secção retangular 0,021 x 0,028 mm (Dental Morelli), fixado ao encaixe do bráquete com fio de amarrilho de 0,25 mm de diâmetro (Dental Morelli), ilustrado na Figura 10.

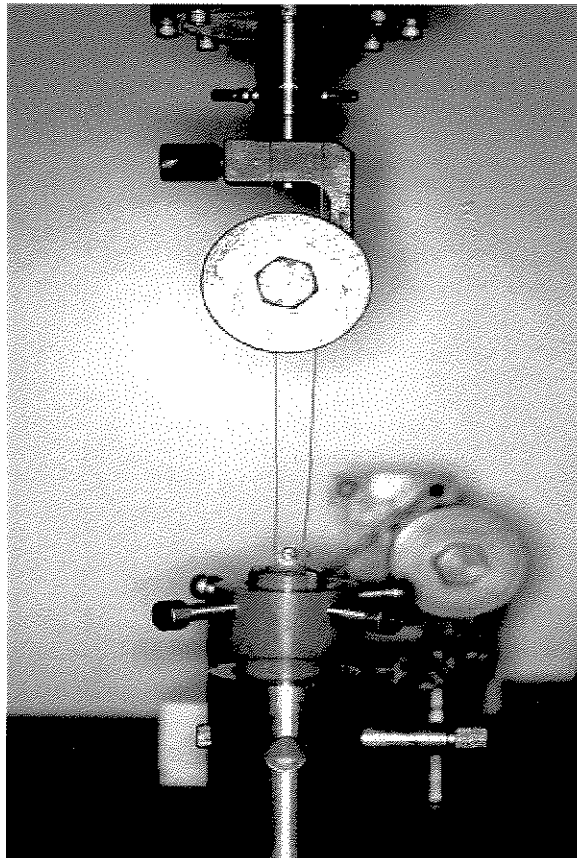


Figura 10 - Corpo de prova fixado na máquina de ensaio

A força necessária para promover a descolagem foi registrada em kgf. Esse valor foi dividido pela área da superfície de colagem do bráquete ( $14,7 \text{ mm}^2$ ) obtendo o valor da resistência ao cisalhamento em  $\text{kgf/mm}^2$ .

As superfícies das bases dos bráquetes foram verificadas em microscopia eletrônica de varredura (LEO 435 VP, Cambridge, England) para observação das malhas antes (grupo I) e após descolagem, assim como dos reciclados (grupos II, III e IV).

#### **4.2.10 – Tratamento estatístico**

Os resultados dos testes de cisalhamento foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, com significância de 5%.

## 5. RESULTADOS

### 5.1- Tabelas e Gráficos

Os valores da resistência ao cisalhamento registrados na máquina de ensaio, transformados em valores expressos em  $\text{kgf/mm}^2$ , estão descritos nos Quadros 5,6,7,8 e 9 (Apêndice).

Os dados tabulados pela análise de variância são mostrados na Quadro II .

Quadro II - Análise de Variância

Causas da variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Grupo	4	0,6708342	0,1677086	7,9622	0,00016
Resíduo	45	0,9478415	0,0210631		
TOTAL	49	1,6186757			

Média Geral: 0,578365

Coeficiente de Variação: 25,093%

A análise deste quadro mostra que a variável grupo influenciou significativamente 5% na resistência ao cisalhamento dos corpos-de-prova.

As médias de resistência ao cisalhamento, em  $\text{kgf/mm}^2$ , dos diversos grupos, e o teste de Tukey (5%) são mostrados no Quadro II.

Quadro III - Teste de Tukey para médias dos grupos

NOME	MÉDIAS ORIGINAIS	5%
GRUPO I	0,5252	a
GRUPO V	0,4344	ab
GRUPO II	0,3468	ab
GRUPO IV	0,2839	bc
GRUPO III	0,1491	c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de significância de 5%

D.M.S. 5% = 0.18473

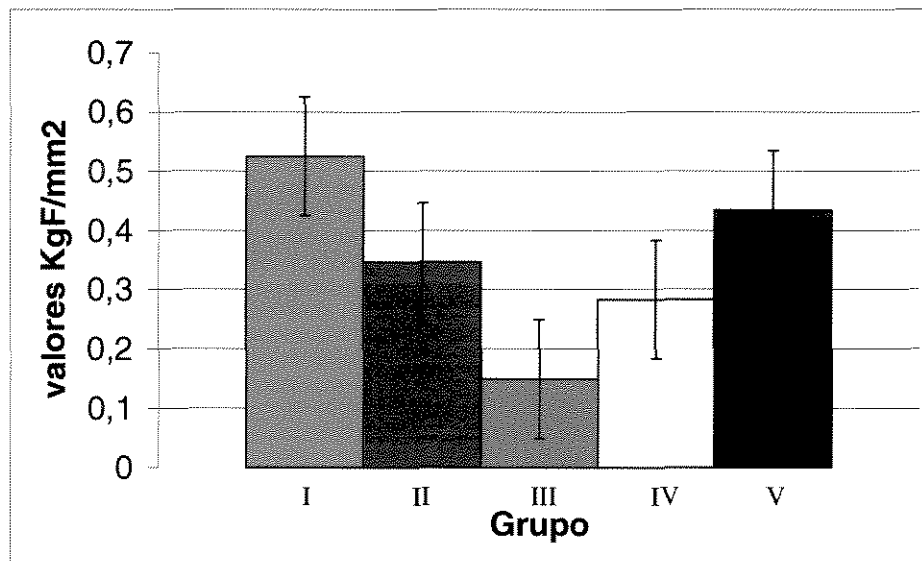


Gráfico 1- Médias da resistência ao cisalhamento dos grupos controle e experimentais em  $\text{kgf/mm}^2$

O Quadro II e o Gráfico 1 mostram que não houve diferença estatística significativa na resistência ao cisalhamento entre o Grupo I (controle) e os Grupos II (bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio 90 micrômetros) e V (bráquetes novos colados em esmalte onde anteriormente existia bráquetes).

O Grupo III (desgaste com pedra abrasiva) apresentou menor resistência, estatisticamente significativa quando comparado aos Grupos I, II e V.

A análise dos Quadros II e Gráfico 1 também mostram que o Grupo IV (empresa especializada), Grupo II (reciclados por jateamento) e Grupo V tiveram os valores sem diferença estatística significativa entre si. Entretanto, o Grupo IV obteve resistência diminuída estatisticamente significativa quando comparado com o Grupo controle.

## 5.2 – Fotomicrografias em MEV

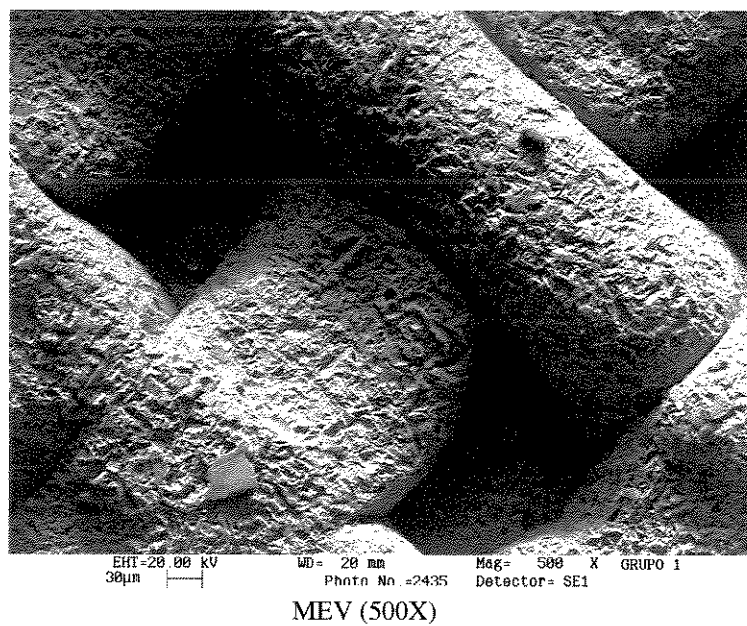
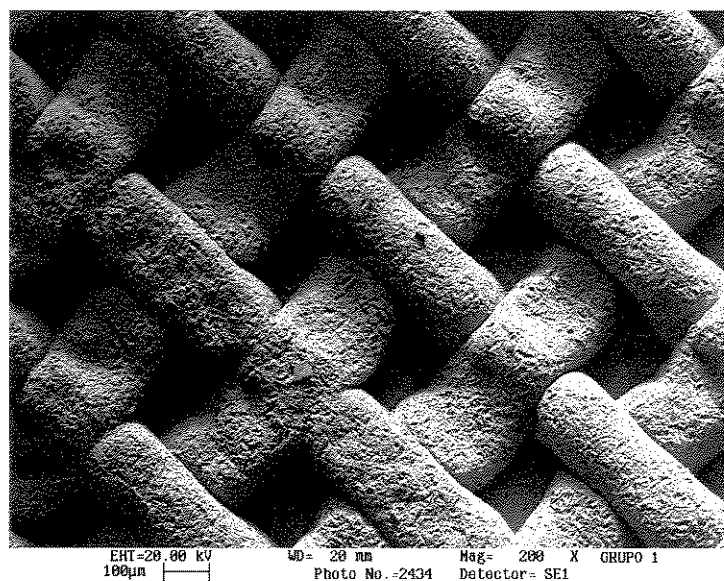
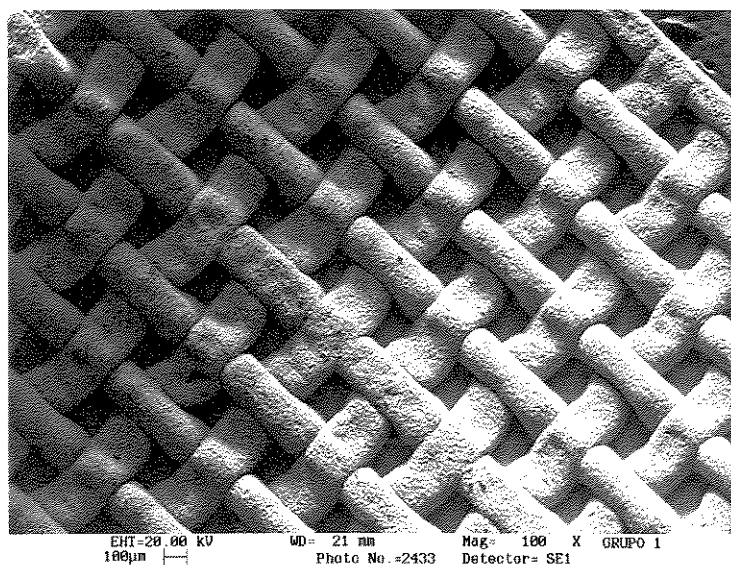
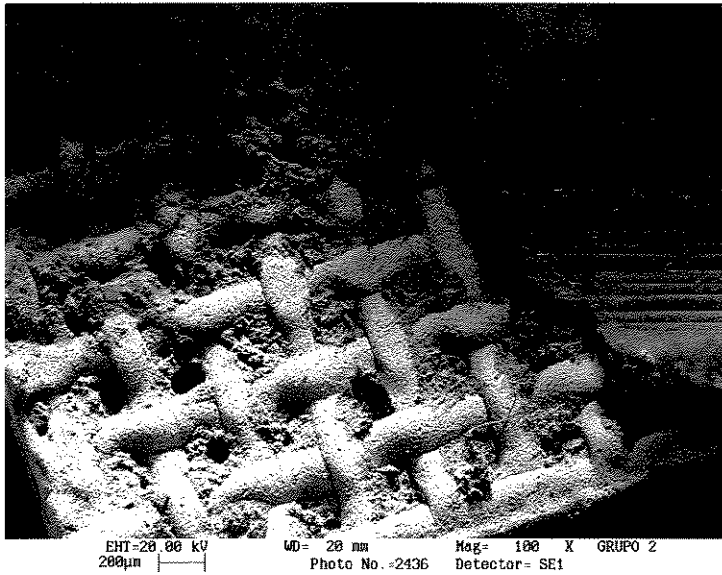
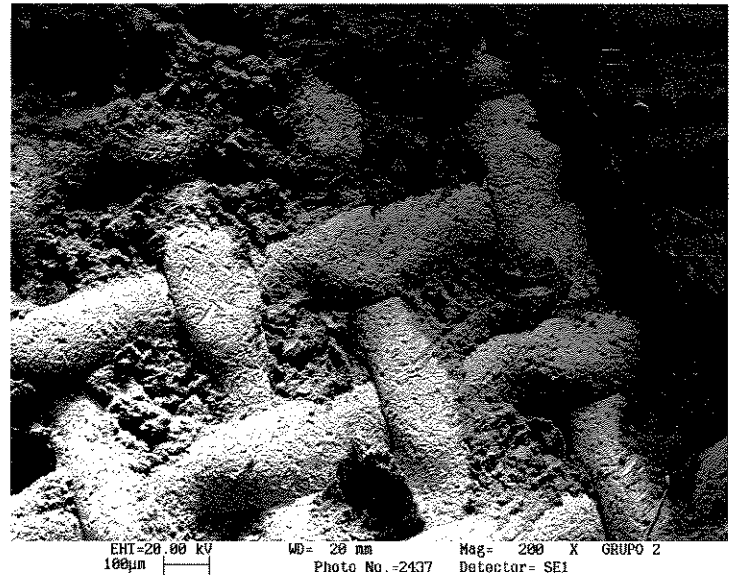


Figura 11 – Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base do bráquete novo (Grupo I e V)

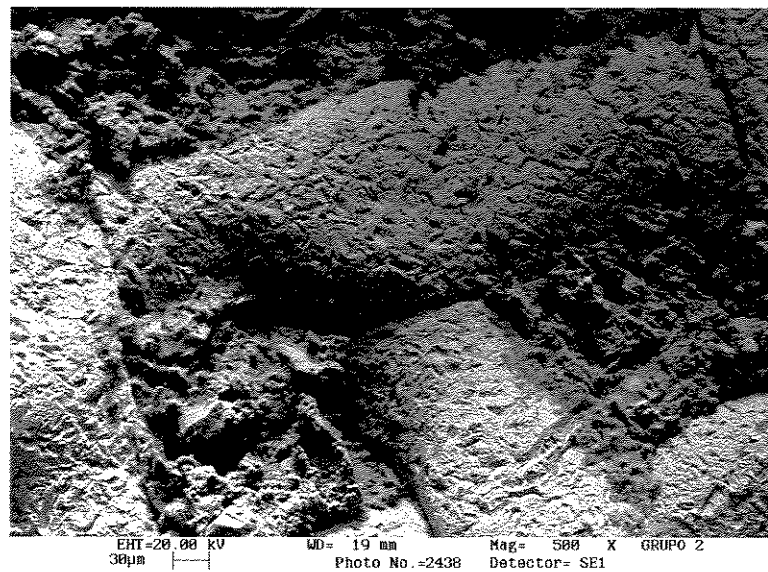




MEV (100 X)

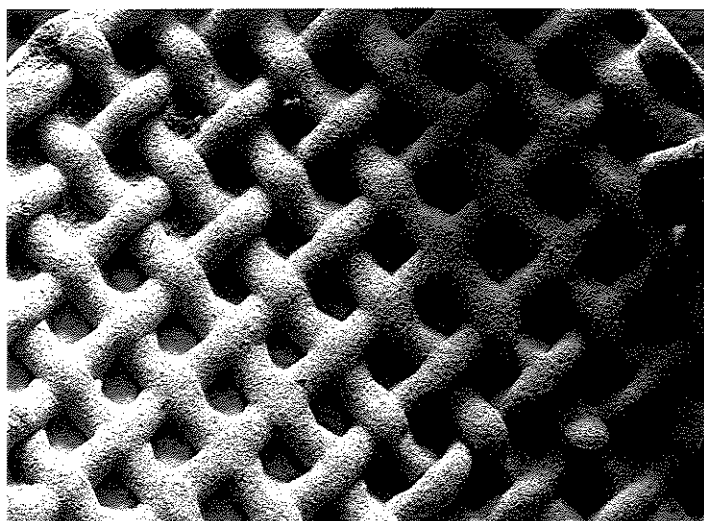


MEV (200X)

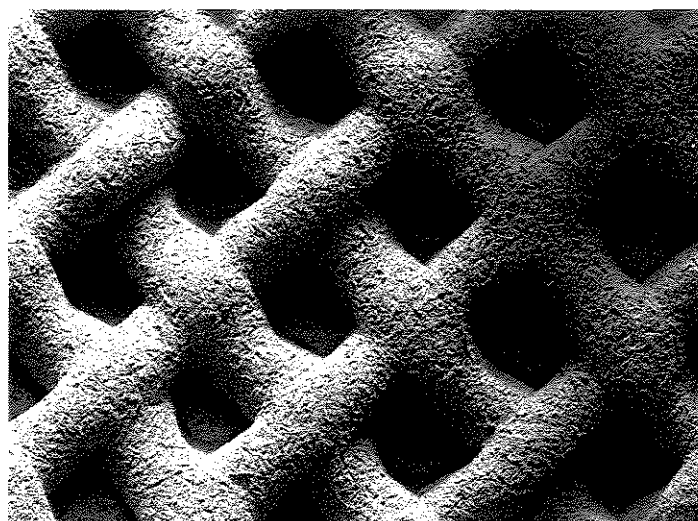


MEV (500X)

Figura 12 – Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base do bráquete mostrando resina entre as malhas



MEV (100 X)

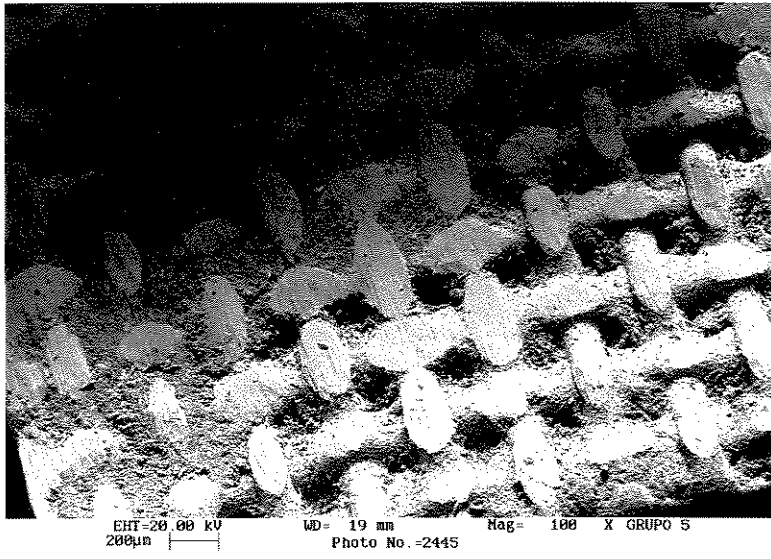


MEV (200X)

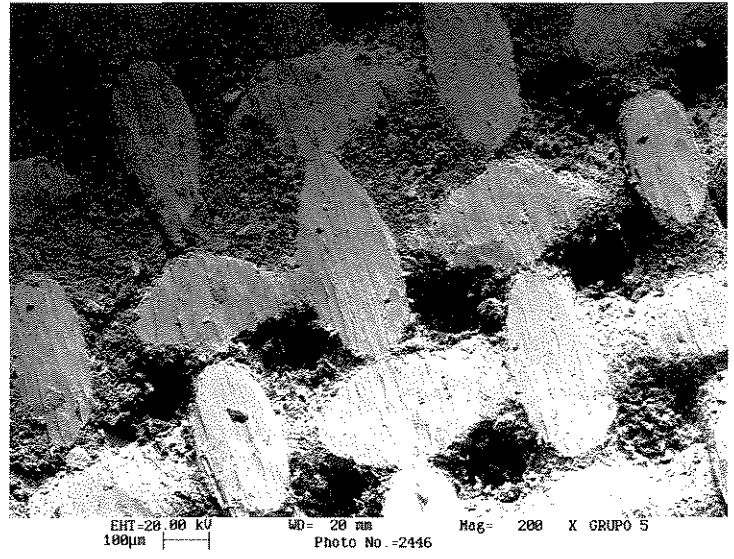


MEV (500X)

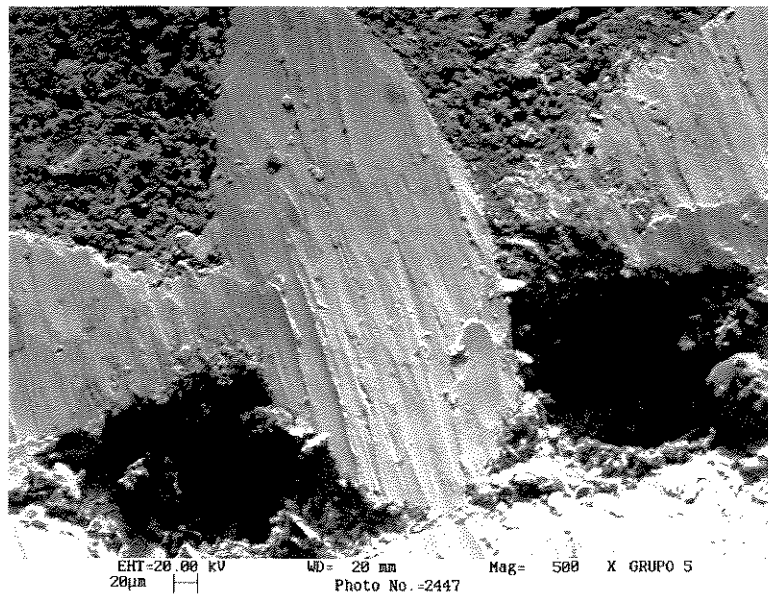
Figura 13 – Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base do bráquete reciclado com jato de óxido de alumínio (Grupo II)



MEV (100 X)

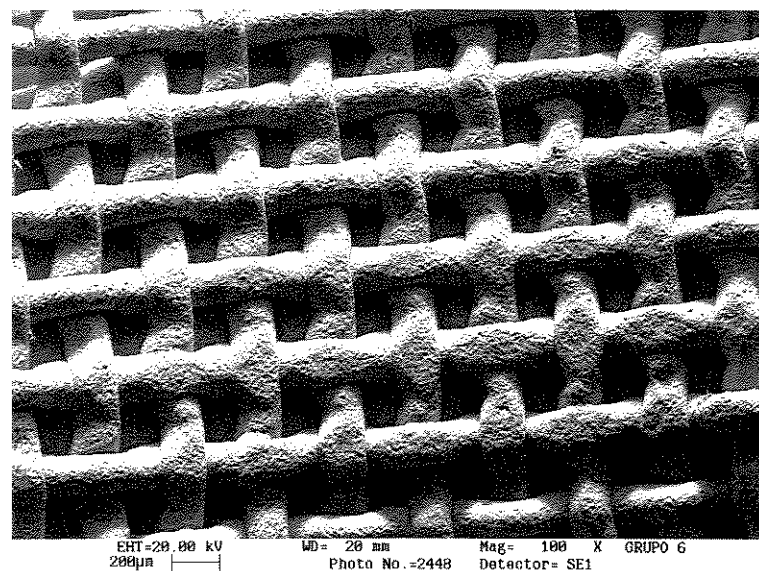


MEV (200 X)

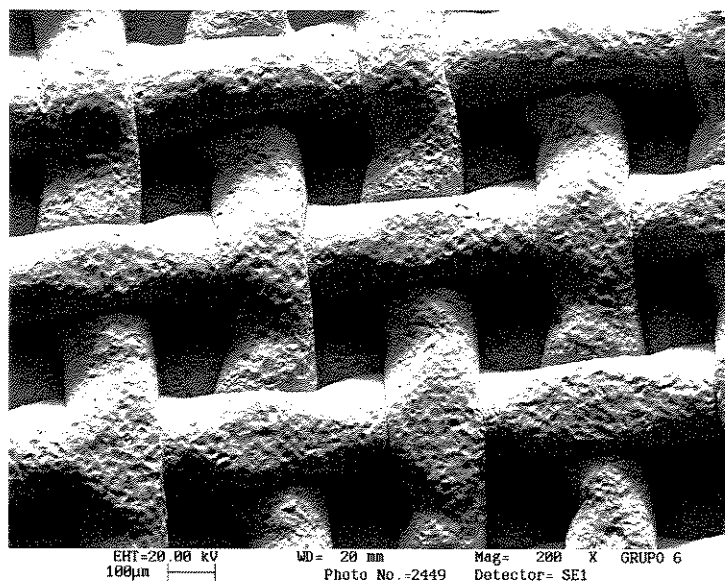


MEV (500 X)

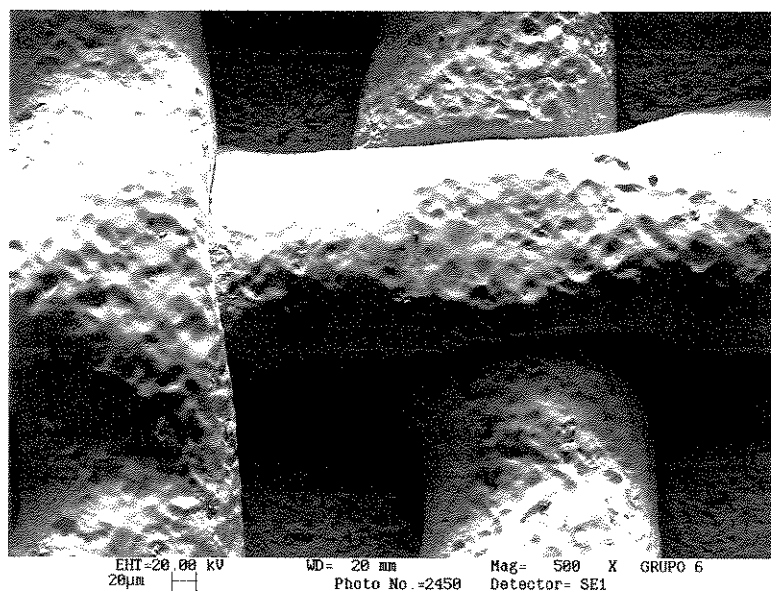
Figura 14 – aspectos microfotográficos (MEV) em diferentes aumentos da base do bráquete reciclado com pedra de carboneto de silício (Grupo III)



MEV (100 X)



MEV (200 X)



MEV (500 X)

Figura 15 – Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base do bráquete reciclado por empresa especializada (Grupo IV)

## 6. DISCUSSÃO

O estudo da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos tem sido um dos objetivos da Ortodontia, e o procedimento pode ser realizado por meio de jateamento com partículas de óxido de alumínio, desgaste com pedra montada de carboneto de alumínio ou processo industrial de remoção da resina residual.

A literatura sobre reciclagem de bráquetes ortodônticos é escassa e a comparação dos resultados entre os trabalhos existentes muito difícil, porque os procedimentos laboratoriais têm sido diferentes entre as diversas pesquisas.

A reciclagem de bráquetes descolados tem a finalidade de reduzir os custos na reposição dos acessórios ortodônticos. O jateamento com óxido de alumínio surgiu como opção na reciclagem de bráquetes, oferecendo técnica simples e prática que pode ser realizada na clínica, evitando gasto de tempo, pois não é necessário enviar os bráquetes para as empresas especializadas (PINTO *et al.*, 1996).

Considerando o aspecto geral dos objetivos propostos, os dados mostrados no Quadro II e no Gráfico 1 indicam que não houve diferença estatística significativa na resistência ao cisalhamento entre o Grupo I (controle) e os Grupos II (bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio 90 micrometros) e V (bráquetes novos colados em esmalte onde anteriormente existia bráquetes); confirmando os resultados de pesquisa similar anterior (PENIDO, 1998) e também daquela com bráquete da marca G.A.C., com área de 9,9 mm<sup>2</sup> e resina fotopolimerizável (SONIS & MASS, 1996), onde

os autores concluíram não existir diferença estatística significativa na retenção de bráquetes reciclados por jateamento e bráquetes novos.

A maior retenção mecânica promovida na colagem do bráquete ao dente pela ação do jato de óxido de alumínio, deve-se ao fato do método produzir maior quantidade de micro-asperezas (Figura 13) na superfície da base do bráquete, quando comparada ao grupo controle (Figura 11), aumentando a área de união disponível ao compósito, segundo trabalho mostrado na literatura (PINTO *et al.*, 1996), é essencialmente mecânica.

O Quadro II e o Gráfico 1 mostram que o método de reciclagem de bráquetes empregado no Grupo III, isto é, com ponta montada de carboneto de silício, promoveu valores médios de resistência com diferença estatística significante quando comparado aos Grupos I – controle, II – jato de óxido de alumínio e V – colados em superfície condicionada anteriormente. Resultados similares foram obtidos anteriormente (WRIGHT & POWERS, 1985; REGAN *et al.*, 1993; PENIDO, 1998), mostrando que a resistência à tração de bráquetes reciclados por meio da ponta montada de carboneto de silício também era menor em relação aos bráquetes novos recém-colados. A diferença de resistência ao cisalhamento mostrada por esses grupos provavelmente ocorreu devido ao desgaste da tela de retenção, assim como pela remoção incompleta da resina composta. Nessas condições, a nova camada de adesivo ficaria sobreposta à remanescente, impedindo que uma união mais efetiva fosse obtida, onde deveria ser consideradas a alteração da forma estrutural da malha e conseqüente perda de retenção (Figura 14). O menor valor numérico de resistência ao cisalhamento foi do

grupo III, o que significa que este seria o método menos indicado para a reciclagem direta de bráquetes, principalmente por alterar a estrutura da malha.

Já os Grupos IV (empresa especializada), II (reciclados por jateamento) e V (colados em superfície condicionada anteriormente) mostraram os valores sem diferença estatística significativa entre si.

Provavelmente, a igualdade estatística verificada nos Grupos III (pedra de carboneto de silício) e IV (bráquetes reciclados por empresa especializada), seja devido ao fato das micro-retenções da malha da base do Grupo IV serem em menor quantidade e menos retentivas (Figura 15), possivelmente resultantes do tipo de polimento realizado neste processo de reciclagem.

Para reciclagem de bráquetes foi recomendados o uso do óxido de alumínio com partículas de 50 micrometros (NEWMAN *et al.*, 1994), o que promovia aumento na retenção dos bráquetes devido à formação de rugosidades. O tamanho da partícula do óxido de alumínio utilizado no jateamento dos bráquetes estudados neste trabalho foi de 90 micrometros, atendendo as instruções do manual do aparelho micro-jato removedor (Bio-Art). O mesmo tamanho de partículas utilizado por SONIS & MASS (1996) e PENIDO *et al.*(1998), produziu maiores micro-asperezas na superfície da base do bráquete, aumentando consideravelmente a área disponível para união com a resina. Conseqüentemente, por analogia, a técnica deveria também aumentar a capacidade de união dos bráquetes reciclados, o que foi comprovado neste estudo, quando comparada com as demais técnicas de reciclagens (Grupo III e IV).

A nosso ver a reciclagem com jateamento de óxido de alumínio com partículas de 50 micrometros, conforme utilizado em pesquisa anterior (PINTO et al, 1996) promoveria maior polimento da superfície da base do bráquete, conseqüentemente, diminuindo o poder de união das micro-asperezas, quando comparado com as partículas de 90 micrometros. Seria válido também supor a ocorrência de menor força de retenção dos bráquetes reciclados com partículas de 50 micrometros, devido ao menor poder de retenção destas micro-asperezas.

Neste trabalho o tempo utilizado no jateamento com óxido de alumínio para reciclagem do bráquete foi de 15 a 30 segundos, mantendo distância de 10 mm da base do bráquete, o que geralmente não provocou danos à malha dos acessórios (Figura13). A mesma interação tempo distância foi utilizada por PENIDO *et al.* (1998), com a intenção de remover a resina sem causar danos à malha, mostrando resultados similares a este estudo, o que comprova a eficiência da técnica. MILLET *et al.* (1993) utilizando apenas 3 segundos para jatear bráquetes novos antes de serem fixados aos dentes, obtiveram resultados satisfatórios ao aumentar a rugosidade, sem causar danos à malha.

Esta pesquisa permitiu demonstrar que a reciclagem de bráquetes por meio de jato de óxido de alumínio (90 micrometros) é eficiente e tecnicamente simples. A reutilização de bráquetes nessas condições implicaria em redução dos custos para o profissional e, conseqüentemente, para o paciente.



## 7. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia adotada e com base na análise e discussão dos resultados foi possível concluir que:

- Bráquetes reciclados com jateamento de óxido de alumínio e bráquetes novos colados em esmalte onde anteriormente existia bráquetes não mostraram diferença estatística significativa em relação à resistência ao cisalhamento do bráquete novo.
- A resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados com pedra abrasiva de carboneto de silício foi estatisticamente menor quando comparado aos bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio.
- Bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio mostraram resistência ao cisalhamento sem diferença estatística, aos bráquetes reciclados por empresa especializada.
- Bráquetes reciclados por empresa especializada apresentaram menores valores de resistência ao cisalhamento, com diferença estatística significativa quando comparados aos bráquetes do grupo controle.

## *REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\**

BELTRAMI, L.E.R. **Desenvolvimento de um bráquete para colagem direta com sulcos retentivos na base e sua comparação com similares com tela.** Bauru, 1984. 65p. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Faculdade de odontologia, Universidade de São Paulo.

BELTRAMI, L. E. R; FREITAS, C. A.; MARTINS, D. R. Bráquetes com sulcos retentivos na base, colados clinicamente e removidos em laboratório por testes de tração, cisalhamento e torção. **Ortodontia**, v.29, p.27-39, 1996.

BUCHMAN, D.J.L. Effets of recycling on metallic direct-bond orthodontics brackets. **Am. J. Orthod.**, v.77, p.654-68, 1980.

BUCHWALD, A. A three-cycle in vivo evaluation of reconditioned direct-bonding brackets. **Am. J. Orthod.**, v. 95, p.352-54, 1989.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to the enamel surfaces. **J.Dent.Res.**, v.34, p849-53, 1955.

GANDINI JUNIOR, L.G. *et al.* Avaliação de diferentes métodos de remoção da resina remanescente ao esmalte dentário após descolagem de bráquetes ortodônticos. **Ortodontia**, v.28, p.53-60, 1995.

GARNER, L. D. *et al.* An evaluation of bond strength of recycled orthodontic bonded brackets. **J. Dent. Res.**, v.61, p.329, 1982. (Abstracts 1354).

HIKSON, M. E. *et al.* Changes in brackets slot tolerance following recycling of direct-bond metallic orthodontic appliances. **Am. J. Orthod.**, v.81, p.447-54, 1982.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/TC106/SC 1 N236, Resolution 6 1. – CD TR 11405, trieste, October, 1994.

MacCLEA, C. P. J., WALLBRIDGE, D. J. Comparision of tensile and shear strength of new brackets and recycled orthodontic metal brackets. **N. Z. Dent. J.**, v.82, p.11-14, 1986.

MacCOLL, G. A. *et al.* The relationship between bond strenght and base surface area using conventional and micro-etched foil-mesh bases. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.109, p.338-9, 1996.

MAIJER, R., SMITH, D.C. Corrosion of orthodontic brackets bases. **Am. J. Orthod.**, v.81, p.43-48, 1982.

MASCIA, V. E., CHEN, S-R. Shearing strengths of recycled direct-bonding brackets. **Am. J. orthod.**, v.82, p.211-16, 1982.

MILLET, D., McCABE, J. F., GORDON, P. H. The role of sandblating on the retention of metallic brackets appllied with glass ionomer cemet. **Br. J. Orthod.**, v.201, p.117-22, 1993.

MUI, B., ROSSOUW,P.E., KULKARNI, G.V. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. **Angle Orthod**, v.69, p.281,1999.

NEWMAN, G.V. Epoxy adhesives for orthodontics attachments: progress report. **Am. J. Orthod.**, v.51, p.901-12, 1965.

NEWMAN, G. V. et al. Update on bonding brackets: an in vitro survey. **J. Clin. Orthod.** v.28, p.396-402, 1994.

OLIVER, R.G., PAL, A.D. Distortion of edgewise orthodontic brackets associated with methods of debonding. **Am. J. Orthod.** v.71, p.65-71, 1989.

OLSEN, M. E. et al. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air abrasion of human enamel. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v.112, p.502-6, 1997.

PACHECO, M.C.T. **Reciclagem de bráquetes metálicos descolados**. Rio de Janeiro, 1988. 75p. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PENIDO, S. M. M. O. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos recolados. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, v.3, p.45-52, 1998.

PINTO, A.S. et al. A reciclagem de bráquetes na clínica ortodôntica. **Ortodontia**, v.29, p.63-7, 1996.

REGAN, D.; Van NOORT, R., O'KEEFFE, C. The effects of recycling on the tensile bond strength of new and clinically used stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study. **Br. J. Orthod.**, v.17, p.137-45, 1990

REGAN, D., Van NOORT, R., Le MASNEY. The tensile bond strenght of new and rebounded stainless steel orthodontic brackets. **Eur. J. Orthod.**, v. 15, p.125-35,1993.

SAMPAIO, R. S. C.; PACHECO, J. F. M. Colagem de acessórios ortodônticos metálicos sobre porcelana através do uso de variados tempos de condicionamento com ácido fluorídrico e jateamento com óxido de alumino. **J Bras Ortod Ortop facial**. V.6, p.109 - 17, 2001

SENAY, C., IIKEN, K., ELA, A. The effect of enamel air abrasion on the retetion of bonded metallic orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v.117,nº 1, p.15-19, 2000.

SONIS, A. L.; MASS, B. Air brasion of bondeed metal brackets: a study of shear bond strength and surface characterisyics as determined by scanning electron microscopy. **Am.J.Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.110,p.96-8, 1996.

UNKEL, T. Recycling orthodontics products. **J. Clin. Orthod.**, v.21, p.871-72, 1987.

VLOCK, R. In-Office Brackets reconditioning. **J. Clin. Orthod.**, v.15, p.635-37, 1981.

WHEELER, J.J., ACKERMAN JR., R.J. bond strength of thermally recycled metal brackets. **Am. J. Orthod.**, v.83, p.181-86, 1 983.\*

WRIGHT, L.W., POWERS, J.M. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. **Am .J. Orthod.**, v.87, p.247-52, 1985.

## APÊNDICE

Quadro 5- Dados referente à resistência ao cisalhamento, em KgF/mm<sup>2</sup> do Grupo I  
(Controle – Bráquetes novos )

DENTE	VALOR (KgF/mm <sup>2</sup> )
1	0,652
2	0,755
3	0,286
4	0,322
5	0,325
6	0,355
7	0,634
8	0,691
9	1,005
10	0,453

Quadro 6 – Dados referente à resistência ao cisalhamento, em KgF/mm<sup>2</sup> do Grupo II (Bráquetes reciclados através de jateamento de óxido de alumínio 90 micrômetros)

<i>DENTE</i>	<i>VALOR (KgF/mm<sup>2</sup>)</i>
1	0,203
2	0,482
3	0,546
4	0,229
5	0,399
6	0,453
7	0,51
8	0,34
9	0,354
10	0,109

Quadro 7 – Dados referente à resistência ao cisalhamento, em KgF/mm<sup>2</sup> do grupo III (Bráquetes reciclados através de ponta abrasiva de carborundum)

<i>DENTE</i>	<i>VALOR (KgF/mm<sup>2</sup>)</i>
<b>1</b>	0,11
<b>2</b>	0,109
<b>3</b>	0,303
<b>4</b>	0,187
<b>5</b>	0,181
<b>6</b>	0,115
<b>7</b>	0,187
<b>8</b>	0,121
<b>9</b>	0,205
<b>10</b>	0,048



Quadro 8 – Dados referentes à resistência ao cisalhamento, em KgF/mm<sup>2</sup> do Grupo IV (Bráquetes reciclados por empresa especializada “ABZIL”)

<i>DENTE</i>	<i>VALOR (KgF/mm<sup>2</sup>)</i>
1	0,285
2	0,220
3	0,340
4	0,317
5	0,098
6	0,640
7	0,235
8	0,238
9	0,365
10	0,240

Quadro 9- Dados referente à resistência ao cisalhamento, em KgF/mm<sup>2</sup> do Grupo V (bráquetes novos colados em superfície de esmalte onde anteriormente mantinha bráquete fixado)

<i>DENTE</i>	<i>VALOR (KgF/mm<sup>2</sup>)</i>
<b>1</b>	0,234
<b>2</b>	0,798
<b>3</b>	0,271
<b>4</b>	0,655
<b>5</b>	0,966
<b>6</b>	0,175
<b>7</b>	0,440
<b>8</b>	0,585
<b>9</b>	0,179
<b>10</b>	0,374

```

*****
*      GANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA      *
*  Autores: Elio Paulo Zonta - Mauri Alexsio Machado  *
*      Instituto Agronomico de Campinas - I.A.C.      *
*      ANALISE DA VARIÁVEL TESTE - ARQUIVO: TAVARES    *
*****

```

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: STENYO TAVARES

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL: CISCALHAMENTO

TRANSFORMAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES SEGUNDO RAIZ(X + E)

NOME DOS FATORES

FATOR      NOME

4      TRATANEN

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FONTES DA VARIACAO	G.L.	S.S.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TRATANEN	4	0.578341	0.144585	7.9122	0.00016
RESIDUO	45	2.9478415	0.0655076		
TOTAL	49	3.5261825			

CVIA GERAL = 0.578341

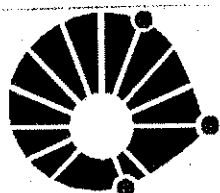
EFICIÊNCIA DE VARIACAO = 25.393 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATANEN

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	GRUP01	10	0.724777	0.575271	a	A
2	5	GRUP05	10	0.459119	0.434430	ab	A
3	2	GRUP02	10	0.508936	0.346846	ab	AB
4	4	GRUP04	10	0.532874	0.281155	bc	AB
5	3	GRUP03	10	0.366140	0.149120	c	B

DIAS SEGUINDO POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

I.S. 5% = 0.16477 - D.M.S. 1% = 0.22500



UNICAMP

# COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

## CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Estudo in vitro da resistência ao cisalhamento entre bráquetes reciclados e novos recolados", sob o protocolo nº **63/2000**, do Pesquisador **Stenyo Wanderley Tavares**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Simonides Consani**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 25 de outubro de 2000

We certify that the research project with title "Evaluation *IN VITRO* of the strenght shear of the recycled bracktes and rebonded news", protocol nº **63/2000**, by Researcher **Stenyo Wanderley Tavares**, responsibility by Prof. Dr. **Simonides Consani**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Resarch at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, October 25 2000

  
**Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**  
Secretário - CEP/FOP/UNICAMP

  
**Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes**  
Coordenador - CEP/FOP/UNICAMP

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

SEÇÃO CIRCULANTE